
Premiers éléments de datation des industries du Pléistocène moyen (Acheuléen - Paléolithique moyen ancien) de la région pyrénéo-garonnaise : une approche géochronologique pluri-méthodes (TL, OSL et TT-OSL) des sites de Duclos et Romentères

Marion Hernandez, Norbert Mercier, Pascal Bertran, David Colonge et Laure Amélie Lelouvier



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/paleo/2344>

DOI : 10.4000/paleo.2344

ISSN : 2101-0420

Éditeur

SAMRA

Édition imprimée

Date de publication : 15 décembre 2012

Pagination : 155-170

ISSN : 1145-3370

Référence électronique

Marion Hernandez, Norbert Mercier, Pascal Bertran, David Colonge et Laure Amélie Lelouvier, « Premiers éléments de datation des industries du Pléistocène moyen (Acheuléen - Paléolithique moyen ancien) de la région pyrénéo-garonnaise : une approche géochronologique pluri-méthodes (TL, OSL et TT-OSL) des sites de Duclos et Romentères », *PALEO* [En ligne], 23 | 2012, mis en ligne le 21 mars 2013, consulté le 25 juillet 2020. URL : <http://journals.openedition.org/paleo/2344> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/paleo.2344>

Ce document a été généré automatiquement le 25 juillet 2020.



PALEO est mis à disposition selon les termes de la licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International.

Premiers éléments de datation des industries du Pléistocène moyen (Acheuléen - Paléolithique moyen ancien) de la région pyrénéo-garonnaise : une approche géochronologique pluri-méthodes (TL, OSL et TT-OSL) des sites de Duclos et Romentères

Marion Hernandez, Norbert Mercier, Pascal Bertran, David Colonge et Laure Amélie Lelouvier

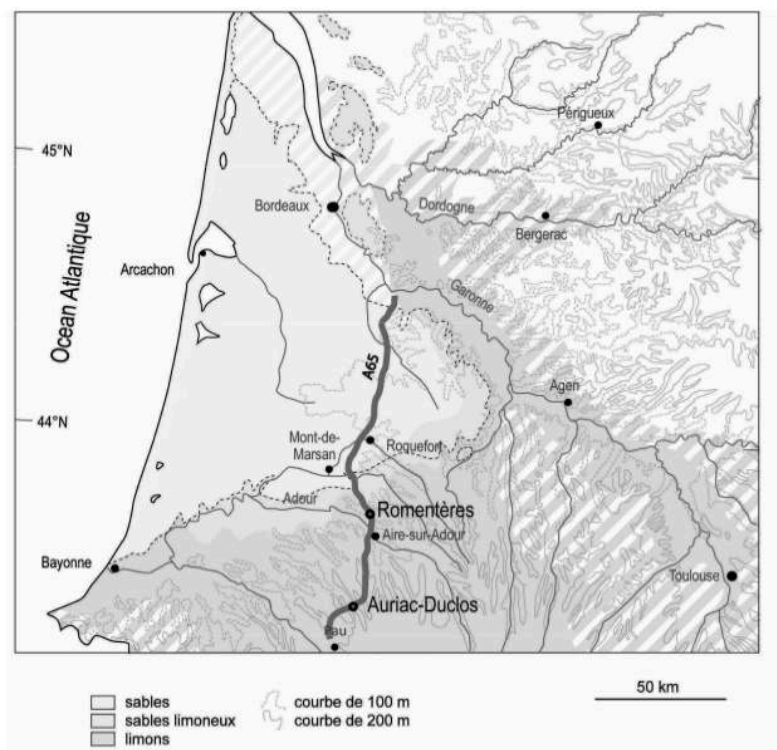
1- Introduction

- 1 Ces dernières années, les recherches sur les assemblages lithiques du Bassin aquitain antérieurs au MIS 5 ont considérablement été enrichies grâce, en partie, au regard neuf porté sur des séries anciennement mises au jour (Mourre et Colonge 2007), mais aussi grâce à des découvertes récentes issues pour l'essentiel des travaux de l'archéologie préventive (Bourguignon *et al.* 2008 ; Brenet 2011 ; Colonge 2005 ; Jarry 2010). Très tôt, la diversité à l'échelle régionale des industries du Paléolithique ancien et moyen a été soulignée, suscitant des débats autour de son interprétation (Bordes 1971 ; Villa 1981 ; Jaubert et Servelle 1996 ; Colonge et Mourre 2009). C'est dans ce contexte que la singularité techno-culturelle de l'Acheuléen pyrénéo-garonnais, caractérisé par des chaînes opératoires de production de grands supports (supérieur à 15 cm) et par la présence de hachereaux *sensu stricto* (Tixier 1956), a été mise en avant (Mourre et

Colonge *op. cit.*, Colonge *et al.* sous presse). Les récents travaux d'aménagement de l'autoroute A65 reliant Langon à Pau ont permis de renouveler la documentation disponible sur ce technocomplexe, mais aussi de mettre au jour une abondante série attribuée au Paléolithique moyen ancien à Romentères (fig. 1). Ces découvertes ont donc offert l'opportunité, à travers l'analyse croisée de ces différents ensembles, d'aborder la question des relations entre l'Acheuléen et le Paléolithique moyen ancien dans la zone occidentale du piémont pyrénéen. Toutefois, bien que l'approche technotypologique de ces assemblages permette d'apporter un éclairage sur les comportements techniques et économiques, voire culturels, propres à chacun, leur comparaison est souvent limitée par un manque général de données chronologiques (Turq *et al.* 2010). En effet, si certaines régions françaises telle que le Nord bénéficient à l'heure actuelle d'un cadre chronostratigraphique relativement bien établi (Antoine *et al.* 2003a, 2007, 2011), le Sud-Ouest a longtemps été considéré comme peu propice à l'élaboration de ce type de synthèse en raison du caractère local de la sédimentation et du manque de séquences stratigraphiques de référence. Cependant, les récentes opérations de fouilles préventives réalisées sur le tracé de l'A65 ont nettement contribué à pallier ce manque. Cette documentation nouvelle a mis en lumière la présence, tout au long du tracé, d'une épaisse couverture limoneuse renfermant des paléosols dont la mise en place a été conditionnée, à l'instar de ce qui est avancé pour les séquences du nord de l'Europe, par des variations climatiques globales ayant affecté l'hémisphère nord (Bertran *et al.* 2009, 2011). Afin de mettre à profit ce contexte favorable à l'élaboration d'un cadre chronostratigraphique dans lequel pourraient s'inscrire les industries mises au jour dans ces dépôts, une campagne de datation par les méthodes de luminescence des sites de Romentères (Le Vignau, Landes) et Duclos (Auriac, Pyrénées-Orientales) a été menée. Dans cette étude, il a été décidé de dater à la fois les pièces lithiques chauffées par thermoluminescence (TL), et les sédiments par luminescence stimulée optiquement (OSL), dans le but de répondre à plusieurs objectifs : caler chronologiquement les industries lithiques, dater les paléosols afin de les utiliser comme horizons chronostratigraphiques repères et alimenter la réflexion sur l'histoire taphonomique des sites en comparant l'âge TL des pièces brûlées à celui de leur sédiment encaissant.

- 2 Au vu de l'ancienneté des dépôts échantillonnés (Pléistocène supérieur et moyen), la datation des quartz sédimentaires a nécessité le développement d'une méthodologie nouvelle basée sur l'exploitation d'un signal OSL obtenu par transfert thermique (TT-OSL). Des résultats préliminaires ont d'ores et déjà été inclus dans deux publications, l'une d'ordre méthodologique (Hernandez *et al.* 2012), l'autre traitant des dépôts éoliens du sud-ouest de la France (Bertran *et al.* 2011). L'ensemble des données chronologiques obtenues pour les sites de Duclos et Romentères a également été exploité dans le cadre d'une synthèse archéologique sur les occupations du Pléistocène moyen du piémont pyrénéen occidental (Colonge *et al.* sous presse). Toutefois, il nous est apparu important de développer ici plus en détail l'acquisition des résultats, de discuter leur validité, et aussi de détailler le bilan chronostratigraphique et ses implications.

Figure 1 - Localisation géographique des sites de Duclos et Romentères sur fond de carte des dépôts éoliens aquitains (d'après Bertran et al. 2011).



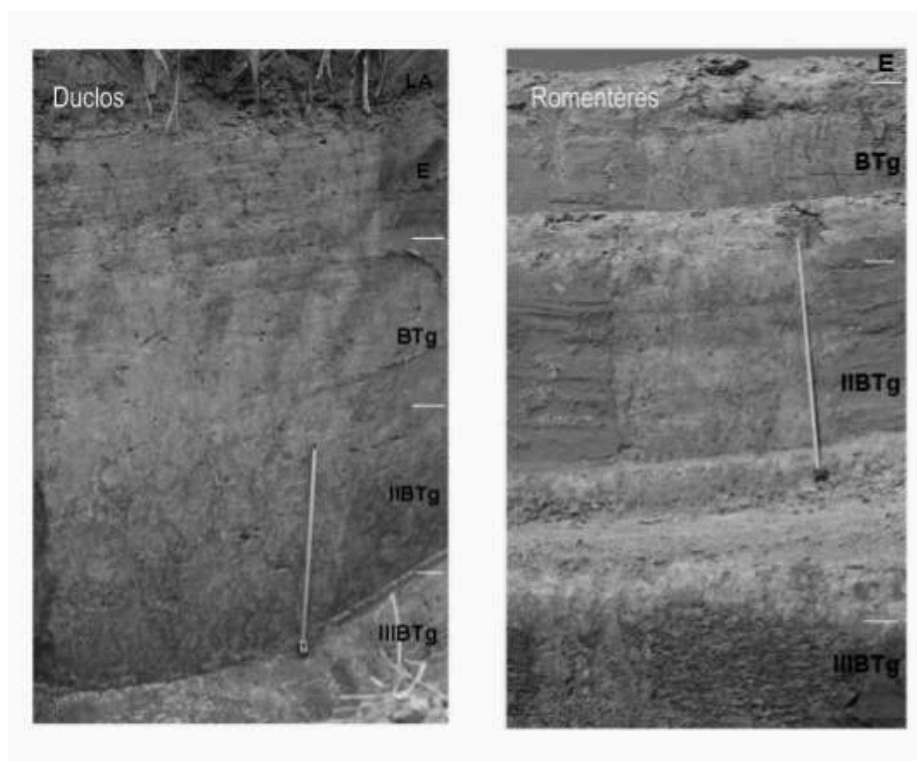
2 - Description des séquences

2.1 - Stratigraphie

- 3 Les séquences observées sur les sites de Duclos et de Romentères sont assez similaires et comprennent les unités pédostratigraphiques suivantes, de haut en bas (fig. 2) :
 1. un horizon supérieur humifère de labour (LA), brun, de 35 cm d'épaisseur en moyenne ;
 2. un horizon limoneux lessivé (E) brun clair, d'épaisseur variable 5 à 30 cm, qui pénètre vers le bas dans l'horizon argilique sous forme de langues (glosses). Vues en plan, ces glosses constituent un réseau polygonal de maille semi-métrique d'origine cryogénique (Van Vliet et Langohr 1981). La présence d'agrégats argileux résiduels, souvent fortement imprégnés par des oxydes de fer et de manganèse, à la base de l'horizon E montre que celui-ci s'est progressivement approfondi au cours de l'Holocène aux dépens de l'horizon argilique, suite au lessivage et à l'altération des particules argileuses le long de la fissuration ;
 3. un horizon argilique (BTgx) brun jaune (10YR), de 0,5 à 1 m d'épaisseur. Une structure lamellaire grossière, vestige de lentilles de glace de ségrégation (Van Vliet-Lanoë 1985), est généralement visible dès 1 m de profondeur. Cet horizon se développe sur des limons éoliens (mode granulométrique vers 30 µm), qui forment une couverture à peu près continue sur les plateaux dans la région (« Limons supérieurs »). La partie inférieure de cet horizon est plus riche en petits graviers, qui indiquent une origine colluviale du sédiment (mélange de produits issus du démantèlement du substratum alluvial et de limons). Ces colluvions sont localement cryoturbées, les zones riches en graviers formant des involutions au sein du matériel sus-jacent plus fin ;

4. un horizon paléoargilique (IIBTg), brun vif (7,5YR), de 0,5 à 1 m d'épaisseur. La limite supérieure est glossique et localement riche en concrétions ferromanganiques. Des fentes verticales et horizontales décolorées, héritées de lentilles et de lames de glace de ségrégation, forment un motif réticulé caractéristique. Cet horizon se développe sur des limons éoliens et des colluvions limoneuses à graviers (« Limons moyens ») ;
 5. un second horizon paléoargilique (IIIBTg), uniquement observé à Duclos, brun rouge (5YR) et gris, d'environ 0,5 m d'épaisseur, sur colluvions limoneuses à graviers (« Limons inférieurs »). Comme l'horizon précédent, il est recoupé par des fentes décolorées formant un motif réticulé. La base de cet horizon est localement soulignée par un lit de graviers ;
 6. un nouvel horizon paléoargilique, observé sur les deux sites, (IV BTg) rouge (2,5YR) et gris, rubané, développé sur des alluvions grossières très altérées à Duclos ou sur des alluvions argileuses à Romentères.
- 4 La séquence montre donc deux (Romentères) ou trois (Duclos) unités limoneuses (loess et colluvions limoneuses) séparées par des paléosols (luvisols) et des niveaux riches en graviers formant localement de véritables pavages. Ces paléosols témoignent de phases de pédogenèse correspondant à des phases climatiques à peu près comparables à l'actuel et sont donc considérées comme étant de rang interglaciaire. Ils présentent chacun des caractères distinctifs, tant du point de vue de la couleur que de celui des illuviations argileuses. Ainsi, leur couleur est d'autant plus rouge qu'ils sont anciens (IIBTg: 7,5 YR, IIIBTg: 5YR, IVBTg: 2,5YR), probablement en raison de la transformation progressive des oxydes au cours du temps, aboutissant à la formation de minéraux plus faiblement hydratés (Duchaufour 1983 ; Cremaschi 1987). L'hypothèse chronologique proposée au terme de l'étude lithostratigraphique attribue un âge éémien (dernier interglaciaire, MIS 5) à l'horizon IIBTg, tandis que l'horizon IIIBTg correspondrait à l'interglaciaire antérieur (MIS 7). Le paléosol sous-jacent, très altéré et rubéfié, développé sur les alluvions anciennes représente en revanche le bilan pédosédimentaire de plusieurs interglaciaires du Pléistocène inférieur et moyen.

Figure 2 - Vues générales des stratigraphies de Duclos et Romentères. L'échelle représente 1 m. Duclos : l'horizon paléoargilique brun-rouge (IIBTg) affleure à la base de la tranchée et la nappe de graviers alluviaux n'est pas visible sur ce cliché. Romentères : la couche labourée n'est pas visible car décapée avant la prise du cliché.



2.2 - Niveaux archéologiques

- 5 Le gisement de Duclos (Colonge, dir., en cours) a livré une série lithique caractéristique de l'Acheuléen pyrénéo-garonnais, très proche de l'Acheuléen ibérique (Colonge et Texier 2005 ; Mourre et Colonge 2007), marqué en particulier par une production spécifique de grands supports, un façonnage bifacial particulier (majoritairement nucléiforme) et par la confection de hachereaux et polyèdres. Les vestiges sont pour un tiers d'entre eux *in situ* (concentrations résiduelles) dans les « Limons moyens » (IIBTg). Cependant, l'essentiel du matériel lithique, soit les 2/3, forme une nappe diffuse dans les « Limons supérieurs » (BTgx).
- 6 Sur le site de Romentères, deux séries nettement distinctes d'un point de vue technoculturel et inégales en termes de quantité de matériel et d'état de conservation, ont été mises au jour (Lelouvier *et al.* en cours). La plus importante, comprenant plus de 4 500 pièces, fraîches et comportant de nombreux petits éléments, forme un épandage dense dans la partie supérieure des « Limons moyens » (IIBTg) et provient, pour partie (environ 15 %), des « Limons supérieurs ». Cette série correspond à un Paléolithique moyen ancien à rares bifaces très comparable à ses homologues du Bassin aquitain (Jarry *et al.* 2007 ; Bourguignon *et al.* 2008 ; Colonge *et al.* 2010). Il se caractérise par une économie marquée des matières premières, la systématisation du débitage Levallois, l'importance des racloirs, un façonnage bifacial classique et l'absence stricte de hachereaux. La seconde série ne compte qu'à peine plus de 200 pièces, clairement triées (tailles supérieures à 5 cm) et fortement altérées (profonde altération et usure

importante des arêtes). Bifaces « nucléiformes », hachereaux et polyèdres signent un Acheuléen pyrénéo-garonnais comparable à celui de Duclos. Ces vestiges sont dispersés au sein de ceux du Paléolithique moyen ancien dans les « Limons moyens ».

3 - Données géochronologiques

3.1 - Principe des méthodes de datation par luminescence

- 7 Les méthodes de datation par luminescence s'appuient sur la capacité des minéraux tel que le quartz à accumuler dans leurs défauts cristallins de l'énergie d'origine radioactive, sous forme d'électrons piégés, et de la restituer en émettant de la lumière lorsqu'ils sont soumis à une stimulation optique (on parle alors de luminescence stimulée optiquement, OSL) ou thermique (thermoluminescence, TL).
- 8 Les minéraux sont en effet continuellement irradiés du fait de la présence en leur sein et/ou dans leur environnement proche (< 50 cm) de radioéléments naturels, dont le potassium 40 (K-40) ainsi que ceux constituant les familles de l'uranium 238 (U-238) et du thorium 232 (Th-232). En se désintégrant, ces radioéléments et leurs descendants émettent des rayonnements gamma et des particules alpha et beta. Les rayonnements cosmiques participent également à l'irradiation du matériau. En traversant le minéral, tous ces rayonnements ionisent les atomes et libèrent des électrons dont certains sont capturés par les pièges associés aux défauts du réseau cristallin. Ainsi, au fil du temps, le nombre d'électrons piégés augmente continûment.
- 9 Etant donné que cette irradiation est, globalement, constante au cours du temps, la relation entre temps écoulé et quantité d'électrons piégés est bien établie. Ainsi pour réaliser une datation, il est nécessaire de déterminer la dose totale de radiations reçue par l'échantillon (communément appelée paléodose), et le débit de dose qui lui est associé, c'est-à-dire la dose reçue par unité de temps. Le rapport de ces deux grandeurs donne alors l'âge de l'échantillon, c'est-à-dire le temps écoulé depuis l'instant où le processus d'accumulation de la dose a débuté, autrement dit, la dernière remise à zéro de l'échantillon (Aitken 1985).
- 10 De ce point de vue, les méthodes de datation par TL, OSL ou TT-OSL sont strictement identiques dans leur principe et ne diffèrent que par le type de signaux utilisé pour déterminer la paléodose.
- 11 Il est important de noter que l'âge obtenu par application de ces méthodes ne correspond réellement à l'événement daté que si la remise à zéro des signaux dans le passé (chauffe archéologique dans le cas de la TL, dernière exposition à la lumière dans le cas des quartz sédimentaires) a été complète, sans quoi le temps écoulé depuis cet événement serait surestimé. Alors que cette condition peut être vérifiée par des tests de databilité dans le cas de la TL des roches chauffées, aucun test préalable à la datation ne permet de s'en assurer dans le cas des quartz « blanchis » à la lumière. Dans cette étude, une attention particulière a donc été portée à cette question.

3.2 - Datation des quartz sédimentaires (OSL , TT-OSL)

3.2.1 - Prélèvement et préparation des échantillons

- 12 D'un point de vue pratique, chaque échantillon de sédiment a été recueilli en insérant un tube opaque (en PVC ou en Duraluminium) dans la coupe stratigraphique, afin que les grains de quartz ne soient à aucun moment exposés à la lumière du jour. Une fraction supplémentaire de sédiment a aussi été systématiquement recueillie (avec moins de précaution quant à l'exposition à la lumière) afin de déterminer ultérieurement au laboratoire les teneurs en radioéléments (K, U, Th) de ce sédiment.
- 13 Préalablement à la préparation de l'échantillon en vue des mesures de luminescence, les 2 cm externes du tube de sédiment prélevé (c'est-à-dire les extrémités), susceptibles de contenir des grains ayant été exposés à la lumière lors de l'échantillonnage, ont été retirés. La fraction de grains comprise entre 20 et 41 μm , la plus abondante dans les échantillons de Duclos et Romentères, a été extraite par un procédé de tamisage à l'eau. Un traitement chimique a ensuite été réalisé afin d'extraire et de purifier les grains de quartz. Pour ce faire, la procédure suivante a été adoptée : une première attaque à l'acide chlorhydrique (HCl) a permis de dissoudre les carbonates présents dans les échantillons ; par la suite, un traitement de cinq jours à l'eau oxygénée (H_2O_2) a été effectué afin d'éliminer les matières organiques potentiellement présentes ; enfin, les grains de feldspath ont été éliminés sous l'effet d'une solution d'acide hexafluorosilicique (H_2SiF_6) appliquée pendant sept jours. L'élimination des feldspaths est essentielle car les signaux de luminescence de ces derniers peuvent aisément contaminer les signaux émis par les quartz. L'efficacité de ce dernier traitement chimique a donc été évaluée précisément (en s'assurant de l'absence de toute luminescence induite par les feldspaths lors de la stimulation en lumière infra rouge d'une fraction de chaque échantillon étudié).

Tableau 1 - Tableau récapitulatif des données intervenant dans le calcul des âges des échantillons de quartz sédimentaires de Duclos et Romentères. Pour les débits de doses alpha et beta externes, des facteurs correctifs ont été appliqués en tenant compte de la taille des grains de quartz ayant été utilisés comme support pour les déterminations de paléodoses (20-41 μm) d'après les valeurs déterminées par Brennan et al. (1991) et Mejdhal (1979). Un coefficient de $5\mu\text{Gy}/103/\text{cm}^2$ a été utilisé afin de pondérer la contribution des alpha dans la dose annuelle (Tribolo et al. 2001). Concernant les paléodoses, le pourcentage d'overdispersion associé à chaque échantillon est noté OD dans le tableau. Les valeurs moyennes des paléodoses calculées à partir du modèle d'âge central (CAM pour Central Age Model, d'après Galbraith et al. 1999) sont exprimées en Gray (Gy). Les âges sont exprimés en kilo années et leur incertitude est donnée à 1 sigma.

éch.	prof. (m)	K (%)	U (ppm)	Th (ppm)	Débits de dose ($\mu\text{Gy}/\text{an}$)				Total	méthode	paléodose		
					alpha	beta	gamma	cosmique			OD (%)	CAM (Gy)	Age (ka)
DOSL6b	0.7	0.84 \pm 0.02	3.53 \pm 0.05	10.28 \pm 0.13	241 \pm 45	1189 \pm 17	941 \pm 9	209	2533 \pm 49	OSL	3 \pm 1	32.0 \pm 0.2	13 \pm 1
DOSL5	1.2	0.66 \pm 0.02	3.17 \pm 0.04	9.93 \pm 0.12	200 \pm 42	1027 \pm 14	856 \pm 7	213	2297 \pm 45		12 \pm 2	104 \pm 2	45 \pm 3
DOSL1	1.3	0.63 \pm 0.02	3.35 \pm 0.04	9.55 \pm 0.12	201 \pm 43	1017 \pm 13	850 \pm 7	206	2274 \pm 45		6 \pm 1	103 \pm 1	45 \pm 3
DOSL2	1.7	0.64 \pm 0.02	3.56 \pm 0.04	10.84 \pm 0.11	221 \pm 47	1073 \pm 12	925 \pm 7	213	2432 \pm 49		10 \pm 1	459 \pm 11	189 \pm 13
DOSL3	1.9	0.60 \pm 0.02	2.99 \pm 0.04	10.52 \pm 0.12	200 \pm 43	974 \pm 14	848 \pm 7	207	2231 \pm 45	TT-OSL	9 \pm 1	524 \pm 17	235 \pm 17
DOSL4	2.2	0.61 \pm 0.02	3.05 \pm 0.04	10.64 \pm 0.13	203 \pm 43	991 \pm 14	862 \pm 8	195	2252 \pm 46		5 \pm 1	616 \pm 10	274 \pm 18
DOSL7	2.5	0.74 \pm 0.02	3.24 \pm 0.04	11.80 \pm 0.13	222 \pm 47	1125 \pm 14	956 \pm 8	178	2481 \pm 50		9 \pm 1	633 \pm 11	255 \pm 18
DOSL8	2.9	0.85 \pm 0.02	2.95 \pm 0.04	12.10 \pm 0.14	216 \pm 46	1167 \pm 16	962 \pm 8	173	2517 \pm 50		8 \pm 1	877 \pm 14	348 \pm 22
ROSL10	0.46	0.63 \pm 0.01	2.90 \pm 0.03	8.15 \pm 0.09	177 \pm 38	951 \pm 11	763 \pm 6	226	2117 \pm 40	OSL	6 \pm 1	4.7 \pm 0.1	2.2 \pm 0.1
ROSL11	0.85	0.85 \pm 0.02	3.26 \pm 0.03	9.40 \pm 0.10	202 \pm 43	1171 \pm 12	899 \pm 6	231	2503 \pm 45	OSL	2 \pm 1	65.0 \pm 0.5	26 \pm 2
										TT-OSL	11 \pm 1	63 \pm 2	25 \pm 2
ROSL1	1.08	0.70 \pm 0.02	3.13 \pm 0.04	8.95 \pm 0.11	193 \pm 41	1048 \pm 14	836 \pm 7	195	2272 \pm 44		14 \pm 2	143 \pm 5	63 \pm 5
ROSL2	1.24	0.79 \pm 0.02	2.98 \pm 0.04	9.59 \pm 0.12	195 \pm 41	1104 \pm 16	867 \pm 8	211	2378 \pm 45		16 \pm 2	181 \pm 6	76 \pm 6
ROSL3	1.46	0.72 \pm 0.02	3.27 \pm 0.04	9.43 \pm 0.11	202 \pm 43	1086 \pm 13	873 \pm 7	204	2366 \pm 45		12 \pm 2	231 \pm 5	98 \pm 7
ROSL4	1.71	0.80 \pm 0.02	3.35 \pm 0.05	9.78 \pm 0.13	209 \pm 44	1157 \pm 17	913 \pm 9	196	2474 \pm 48	TT-OSL	16 \pm 2	234 \pm 8	94 \pm 7
ROSL5	1.95	0.67 \pm 0.02	3.48 \pm 0.04	10.57 \pm 0.12	221 \pm 47	1104 \pm 13	932 \pm 7	186	2443 \pm 49		13 \pm 2	410 \pm 11	168 \pm 12
ROSL6	2.26	0.66 \pm 0.01	3.56 \pm 0.04	10.70 \pm 0.10	225 \pm 48	1108 \pm 11	942 \pm 6	209	2485 \pm 49		22 \pm 3	570 \pm 25	229 \pm 18
ROSL7	2.56	0.61 \pm 0.01	3.30 \pm 0.03	10.62 \pm 0.10	216 \pm 46	1043 \pm 10	903 \pm 6	198	2360 \pm 48		14 \pm 2	749 \pm 20	317 \pm 23

3.2.2 - Détermination du débit de dose

- 14 Les teneurs en radioéléments (K, U, Th) contenus dans les sédiments ont été déterminées au laboratoire par spectrométrie gamma à bas bruit de fond. Aucun déséquilibre dans la chaîne de l'uranium n'a été détecté, ce qui suggère que la teneur en uranium des échantillons a vraisemblablement peu varié au cours du temps d'enfouissement. Par ailleurs, les résultats obtenus indiquent pour l'ensemble des échantillons de Duclos et Romentères, des concentrations en radioéléments voisines les unes des autres et donc, un haut degré d'homogénéité de l'environnement radioactif à l'échelle des sites (tabl. 1). Les débits de dose alpha, bêta mais aussi gamma ont été calculés à partir de ces données et en utilisant les tables de conversion teneurs-doses publiées par Adamiec et Aitken (1998). Notons qu'il est généralement préférable de réaliser des mesures *in situ* pour le calcul du débit de dose gamma. Cependant, dans les deux cas présentés ici, les doses gamma déterminées en laboratoire à partir des sédiments échantillonnés ont été considérées comme adaptées au calcul des âges en raison de la forte homogénéité des sédiments du point de vue de la répartition des radioéléments, homogénéité mise en évidence par les mesures de spectrométrie en laboratoire.
- 15 Pour chaque échantillon, le débit de dose cosmique a été évalué en tenant compte de l'évolution de la profondeur de la position de l'échantillon au cours du temps et des valeurs tabulées par Prescott et Hutton (1994). Etant donné la difficulté d'évaluer avec précision ce paramètre, l'incertitude qui lui est associée est grande (10 %). Toutefois, au vu de la faible proportion de cette composante par rapport au débit de dose total (autour de 8 %), son impact sur l'âge reste faible (tabl. 1).
- 16 Enfin, des teneurs en eau de 12 % pour les échantillons de Romentères et de 14 % pour ceux de Duclos ont été prises en compte. Ces valeurs correspondent à un taux d'humidité moyen des échantillons mesuré lors du prélèvement. Cette fois encore, en raison de l'impossibilité de mesurer les variations de l'humidité des sédiments au cours du temps, une incertitude d'une valeur de 10 % a été affectée à ce paramètre. Etant donné l'influence de l'humidité sur les débits de dose, cette donnée constitue l'une des sources principales d'incertitude sur l'âge.

3.2.3 - Détermination des paléodoses

- 17 L'approche la plus classiquement employée actuellement en datation par OSL consiste à n'exploiter qu'une partie du signal de luminescence émis en réponse à une stimulation optique : la composante dite « rapide ». Si, comme son nom l'indique, cette approche est avantageuse en raison de la grande rapidité de blanchiment de cette composante au moment du transport et du dépôt des grains de quartz, elle reste néanmoins limitée par la capacité des pièges sollicités à accumuler de la dose. En effet, lorsque les pièges associés à cette composante sont « pleins », la relation entre le temps qui s'écoule et l'irradiation n'est plus établie, on parle alors de saturation en dose ; ce phénomène conditionne donc l'applicabilité de cette méthodologie. Dans cette étude, des tests préliminaires ont révélé, pour 14 échantillons parmi les 17 analysés, une saturation en dose de la composante rapide des signaux naturels d'OSL. Dans cette situation, l'obtention d'âges OSL étant impossible en exploitant cette composante rapide, nous nous sommes donc tourné vers, un signal d'OSL différent, obtenu par transfert

thermique (TT-OSL), et qui est associé à des pièges dont la capacité à accumuler de la dose est nettement supérieure à celle des pièges correspondant à la composante rapide.

- 18 De manière générale, en datation par luminescence, il n'est pas possible de quantifier directement la paléodose. C'est pourquoi les différentes procédures menées pour déterminer cette valeur consistent à comparer des signaux de luminescence naturels (induits par l'irradiation passée) à la luminescence produite par des doses d'irradiation connues, administrées au laboratoire à l'aide d'une source radioactive calibrée.
- 19 Pour les trois échantillons les plus récents datables par OSL grâce à la composante rapide du signal (DOSL6b, ROSL10, ROSL11), le protocole de *Single Aliquot Regenerative dose* (SAR) a été mis en œuvre (Murray et Wintle 2000). Celui-ci prévoit de mesurer tous les signaux de luminescence, qu'ils soient induits par l'irradiation naturelle ou par des doses de régénération artificielles administrées en laboratoire, sur une seule et même fraction de grains appelée « aliquote » (fig. 3). Pratiquement, le protocole comprend plusieurs cycles de mesure lors desquels le seul paramètre variable est la dose d'irradiation administrée. En complément, le signal OSL induit par une dose de régénération constante est mesuré lors de chaque cycle afin de « suivre » l'évolution de la sensibilité du matériau à l'irradiation et, éventuellement, d'en corriger les changements en l'utilisant comme signal de normalisation. L'efficacité de cette correction est vérifiée en comparant les valeurs normalisées de luminescence induite par une même dose au cours du deuxième et du dernier cycle de mesure. Enfin, l'avant-dernière étape du protocole consiste à mesurer un signal bien qu'aucune irradiation n'ait été préalablement administrée. Cette étape permet de vérifier que les pièges sont complètement blanchis et que par conséquent, les charges ne s'accumulent pas d'un cycle à l'autre.
- 20 À partir de ce protocole générique SAR que nous venons de décrire brièvement, il est nécessaire de définir les paramètres de mesure les mieux adaptés à chacun des échantillons. Notamment, avant chaque mesure d'OSL, il est nécessaire de porter l'échantillon à une certaine température (on parle de préchauffe) afin de vider les composantes instables du signal qui sont impropres à la datation. Une série de tests (dépendance de la dose vis-à-vis de la température de préchauffe des grains de quartz, efficacité du protocole à « retrouver » une dose connue) a ainsi permis d'adapter le protocole SAR à chacun des trois échantillons préalablement cités. Par la suite, 32 aliquotes de chacun de ces échantillons ont été mesurées suivant les modalités définies en amont. L'ensemble des résultats obtenus a été validé après avoir pris soin de vérifier, pour chaque aliquote, la conformité des données avec les critères de fiabilité de la procédure SAR (changements de sensibilité corrigés, pas de récupération de charges au fur et à mesure des cycles de mesure). La dispersion des différentes valeurs de paléodose obtenues pour chaque échantillon a été exprimée sous forme de pourcentage d'*overdispersion* (OD). Cette valeur tient compte de la dispersion des résultats au-delà de la variabilité « normale » liée à la statistique d'analyse. Ainsi, dans une situation idéale où chaque grain de quartz aurait été parfaitement blanchi au moment du dépôt et où tous les grains auraient reçu précisément la même dose d'irradiation, le taux d'OD serait nul. Au vu des pourcentages d'OD particulièrement faibles obtenus pour les trois échantillons datés par OSL (3 ± 1 % pour DOSL6b, 6 ± 1 % pour ROSL10 et 2 ± 1 % pour ROSL11), on peut en conclure que ces sédiments ont été bien blanchis et que tous les grains ont été soumis au même débit de dose. Aussi, le modèle

d'âge central (Galbraith *et al.* 1999), basé sur le calcul d'une moyenne pondérée de la paléodose, a été employé pour chacun de ces trois échantillons.

- 21 Pour tous les autres échantillons de quartz sédimentaire, c'est-à-dire ceux pour lesquels la composante rapide du signal OSL naturel était saturée, il a été nécessaire d'adopter une procédure différente : un signal d'OSL obtenu par transfert thermique (TT-OSL) a été exploité en raison de sa croissance en dose très élevée (Wang *et al.* 2006). Concrètement, il est mesuré de la façon suivante : une première préchauffe suivie d'une stimulation OSL permet de vidanger les pièges « saturés » (la composante rapide du signal) - puis une chauffe à 260° C pendant 10 s a pour effet de transférer les charges stockées dans des pièges plus profonds (donc capables d'accumuler une dose plus grande) vers les pièges précédemment vidés (source de la composante rapide du signal d'OSL) - la stimulation optique qui suit permet alors de libérer les charges nouvellement transférées. Pour cette raison, ce signal est appelé TT-OSL.

- 22 Des expérimentations menées à l'aide d'un appareil reproduisant la lumière naturelle ont permis de montrer que la vitesse de blanchiment du signal de TT-OSL est beaucoup plus faible que celle de la composante rapide de l'OSL (Hernandez 2011). Alors que quelques secondes d'exposition à une lumière intense suffisent à réduire à un niveau indétectable la composante rapide du signal OSL de grains de quartz, il est nécessaire de prolonger cette durée de quelques jours pour que le signal de TT-OSL soit abaissé à son état de blanchiment maximal (fig. 4). Indirectement, cette caractéristique rend inapplicable un protocole de SAR en TT-OSL. En effet, il devient dans ce cas indispensable d'appliquer, à chaque fin de cycle de mesure, une chauffe à une température élevée et ceci afin d'éviter le cumul des charges. Or malheureusement, cette chauffe entraîne des changements de sensibilité du matériau tels qu'aucune procédure connue à ce jour ne permet de les corriger (Hernandez *et al.* 2012). Afin de contourner cette difficulté, un protocole prévoyant d'effectuer la mesure d'une seule dose de régénération par aliquote a été mis en place. La courbe de croissance en dose est cette fois construite à partir de nombreuses aliquotes préalablement blanchies dans un simulateur solaire. Pour chaque dose de régénération, quatre aliquotes ont été mesurées, dans le but de prendre en compte la variabilité de la luminescence produite par les différents grains de quartz constitutifs d'un échantillon. Parallèlement, un autre lot d'aliquotes, conservé à l'abri de la lumière, a été utilisé pour en mesurer les signaux naturels de TT-OSL. Ainsi, à l'image de ce qui est mis en œuvre dans le protocole « classique » SAR, il est possible en interpolant les intensités des signaux naturels mesurés sur la courbe de croissance moyenne établie pour chaque échantillon, d'obtenir autant de valeurs de paléodose que d'aliquotes mesurées, soit 30 dans le cadre de cette étude (fig. 5).

- 23 Les pourcentages d'OD calculés pour chaque échantillon indiquent que la dispersion des valeurs de paléodose est globalement plus grande pour les échantillons de Romentères (entre 11±1 % et 22±3 %) que pour ceux de Duclos (entre 6±1 % et 12±2 %). Les facteurs intervenant dans la variabilité des doses accumulées par chacun des grains de quartz constitutifs d'un même échantillon peuvent être multiples (hétérogénéité des débits de dose alpha et beta, blanchiment hétérogène des grains au moment de leur dépôt). Par conséquent, il est généralement difficile d'évaluer précisément les raisons de ces dispersions. Toutefois, la comparaison des résultats obtenus à la fois en OSL et en TT-OSL pour l'échantillon ROSL11 apporte des éléments de réponse. Le pourcentage d'*overdispersion* observé dans le cas des mesures effectuées à partir de la composante

rapide du signal d'OSL ($2\pm 1\%$) est largement inférieur à celui correspondant aux doses équivalentes mesurées en TT-OSL ($11\pm 1\%$). Etant donné que la composante rapide du signal OSL blanchit beaucoup plus rapidement que le signal de TT-OSL, on pourrait penser que le pourcentage de dispersion plus élevé dans le cas du TT-OSL reflète un blanchiment incomplet des grains, alors que les signaux OSL auraient été totalement remis à zéro. Suivant ce raisonnement, la dose équivalente moyenne déterminée en TT-OSL serait surestimée par rapport à celle déterminée en OSL. Force est de constater que ce n'est pas le cas (dose équivalente moyenne de 65 ± 0.5 Gy en OSL et 63 ± 2 Gy en TT-OSL) ; nous pouvons en conclure qu'une part de la dispersion observée sur les valeurs de dose équivalente mesurées en TT-OSL est indépendante des problèmes de blanchiment, du moins pour cet échantillon. En revanche, pour les échantillons ROSL2, ROSL4 et ROSL6, pour lesquels la dispersion des résultats est particulièrement grande, la question du blanchiment reste ouverte. Cependant, la symétrie dans la distribution des paléodoses par rapport à la moyenne (fig. 6) a conduit à traiter ces trois échantillons de la même manière que les autres, c'est-à-dire en calculant un âge à partir de la paléodose moyenne obtenue, sans qu'aucune valeur ne soit exclue.

Figure 3 - Description du protocole SAR tel qu'il est classiquement employé pour la détermination de la paléodose en OSL. En haut : tableau décrivant l'enchaînement des opérations effectuées au cours d'un cycle du protocole. Celui-ci est répété autant de fois que de doses d'irradiation sont administrées, sachant que le premier cycle correspond à une dose artificielle nulle afin de mesurer le signal « naturel ». Avant chaque mesure de luminescence, il est nécessaire de préchauffer l'échantillon pour éliminer les charges électroniques piégées dont la durée de vie est inférieure ou de l'ordre de grandeur de l'âge escompté ; elles sont de fait impropres à la datation. Une remise à zéro du signal est effectuée à chaque fin de cycle dans le but d'éviter que les charges ne s'accumulent d'un cycle à l'autre. Ces paramètres doivent être adaptés en fonction des caractéristiques physiques propres à chaque échantillon. En bas : courbe de croissance de la composante rapide du signal OSL en fonction de la dose administrée construite par application du protocole SAR sur un aliquote de l'échantillon ROSL11. La valeur de la paléodose est obtenue par interpolation de la luminescence « naturelle » sur la courbe de croissance en dose. Dans ce cas, la valeur de la paléodose est d'environ 63 Gy.

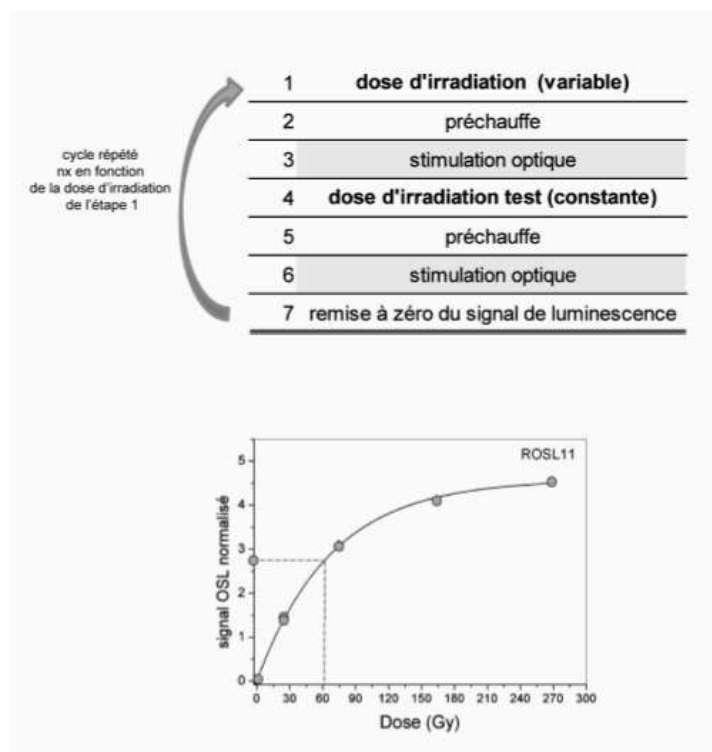


Figure 4 - Courbes de décroissance de la composante rapide du signal OSL et du signal de TT-OSL en fonction du temps d'exposition à un simulateur solaire (SOL500) pour l'échantillon DOSL2. Au bout d'une minute de stimulation, la composante rapide du signal d'OSL est totalement blanchie alors que l'intensité du signal de TT-OSL n'est réduite que de 20 % par rapport à sa capacité de blanchiment maximale. On note que le signal de TT-OSL ne peut pas être blanchi totalement mais il atteint un niveau résiduel minimum au bout d'environ six jours.

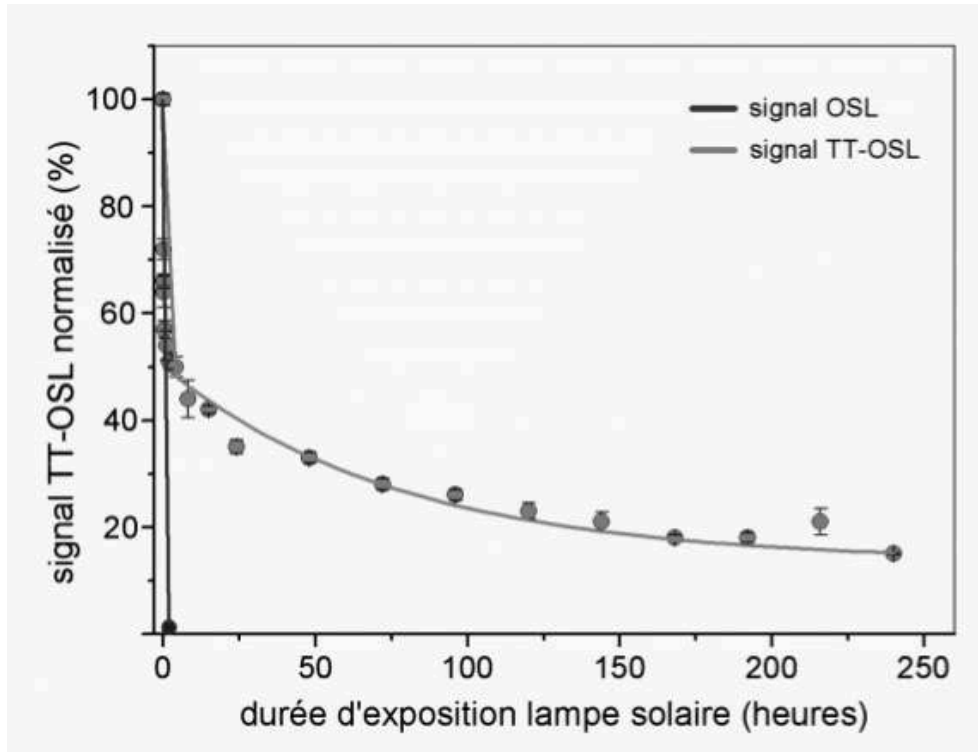


Figure 5 - Courbe de croissance en dose de l'échantillon DOSL8 construite à partir de la mesure de signaux de TT-OSL. L'erreur associée à chaque point de régénération correspond à l'écart type des 4 mesures effectuées sur quatre aliquotes différentes pour une même dose. La valeur non négligeable de luminescence mesurée pour une dose de régénération nulle correspond au résidu du signal de TT-OSL persistant après blanchiment (Hernandez 2011). Parallèlement, les signaux de TT-OSL naturels ont été mesurés à partir de 30 aliquotes de l'échantillon. Par interpolation de ces valeurs sur la courbe de croissance en dose moyenne, 30 paléodoses ont été déterminées.

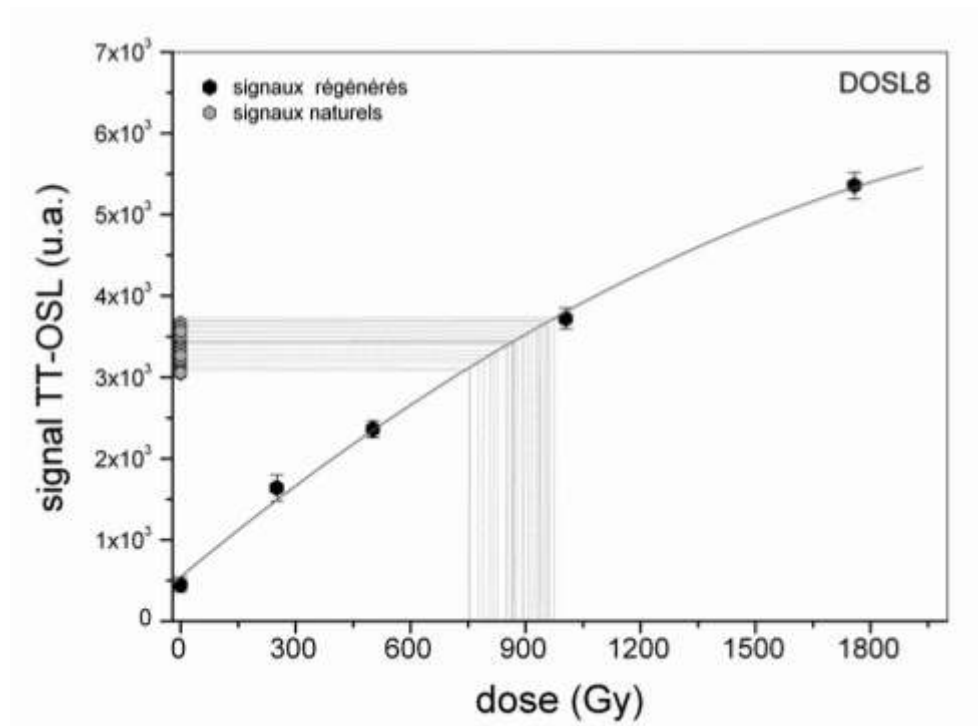
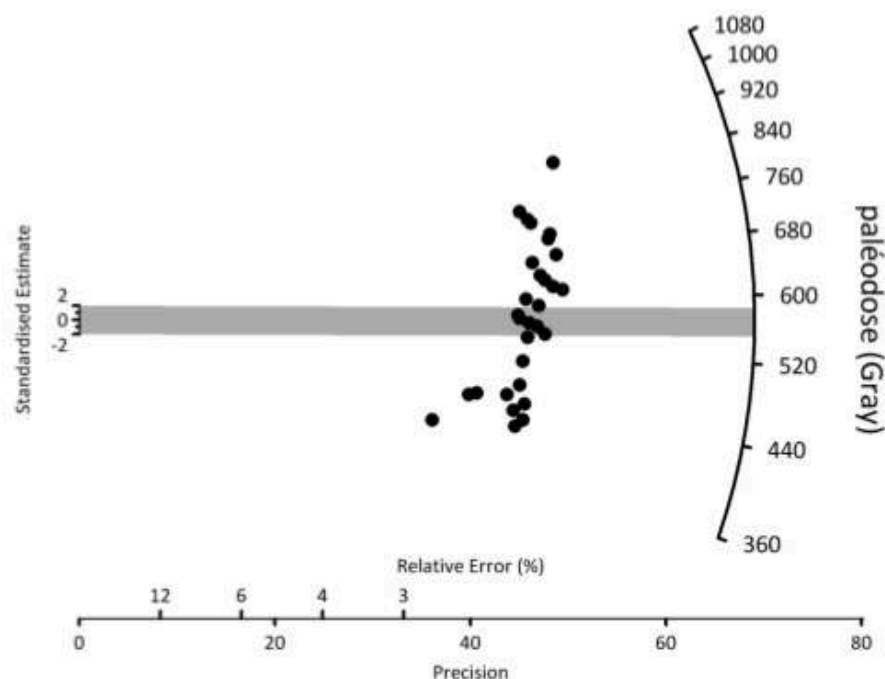


Figure 6 - Représentation radiale des 30 paléodoses obtenues en TT-OSL pour l'échantillon ROSL6 en fonction de leur erreur statistique. Cet échantillon correspond à celui pour lequel la dispersion des paléodoses est la plus grande ($OD = 22 \pm 3 \%$). La distribution des points montrent que les paléodoses sont réparties symétriquement autour de la valeur moyenne représentée à 2 sigma par la bande grisée.



3.3 - Datation des roches chauffées (TL)

3.3.1 - Détermination de la paléodose

- 24 Parmi les 66 pièces en silex et quartzite présentant des stigmates de chauffe, 54 ont été sélectionnées pour des mesures de TL. Dans un premier temps, des tests visant à vérifier les conditions de databilité, soit la remise à zéro totale du signal de TL au moment de la chauffe archéologique, ont été réalisés. Ils ont permis de mettre en évidence la faisabilité d'une datation par TL pour quatre échantillons, dont deux silex et une quartzite provenant de Romentères, et une quartzite de Duclos. Pour ces échantillons, une série de tests de préchauffe a permis de déterminer les paramètres de mesures optimaux pour vider les composantes instables du signal TL (une préchauffe de 290°C pendant 10s a été utilisée pour les deux silex chauffés notés BDX14684 et BDX14687, et respectivement de 320°C et 270°C pendant 10s pour les échantillons de quartzites BDX12762 et BDX13225). Les doses équivalentes ont été déterminées suivant un protocole de doses ajoutées en aliquotes multiples, destiné à construire une courbe donnant les variations de l'intensité du signal TL en fonction de la dose ajoutée (ou courbe de première croissance). Généralement, le protocole de détermination des paléodoses en TL prévoit aussi la construction d'une deuxième courbe de croissance à partir de signaux induits par des doses régénérées ; ceci permet d'ajuster l'approximation de la paléodose faite en analysant la première courbe de croissance. Toutefois, en raison d'importants changements de sensibilité observés après une chauffe à 350°C pendant 1h30, aucune correction n'a pu être effectuée dans cette

étude. Cependant, étant donné la grandeur des valeurs déterminées (entre 228 ± 6 Gy et 340 ± 18 Gy, voir tabl. 2), cette correction aurait été faible (inférieure à 5 %).

3.3.2 - Détermination du débit de dose

- 25 Alors que la dose interne des quartz sédimentaires est considérée comme négligeable en raison de leurs très faibles teneurs en radioéléments, il est nécessaire dans le cas des silex et des quartzites de déterminer cette composante du débit de dose total. Aussi, les teneurs en K, U, Th ont été déterminées pour chaque échantillon par ICPMS au CRPG-CNRS, Nancy, sur une fraction de roche broyée. Usuellement, la préparation des roches pour la datation par TL prévoit l'élimination des 2 mm externes de la pièce dans le but de s'affranchir des contributions alpha et beta externes. Dans cette étude, cette démarche a été suivie en procédant à l'enlèvement de l'enveloppe extérieure par sciage pour les échantillons provenant de Romentères. Cependant, la morphologie de la seule pièce datable du site de Duclos n'a pas permis d'effectuer cette opération ; par conséquent, l'échantillon a été broyé dans sa totalité. Dans ce cas, la contribution alpha externe a été considérée comme négligeable étant donné la faible proportion du volume de la pièce affectée par ces rayonnements de faible parcours ($20 \mu\text{m}$). L'évaluation de la dose beta externe reçue par l'échantillon, valeur très difficilement quantifiable expérimentalement mais qui contrairement à la précédente ne peut être négligée, a fait l'objet de simulations numériques mises en œuvre par G. Guérin via le système GEANT4 (Guérin 2011). Ce résultat a été pris en compte dans le calcul de l'âge de cet échantillon. Enfin, les débits de dose externes n'ont pu être déterminés à partir de mesures radiométriques réalisées dans l'environnement immédiat des échantillons en raison des contraintes liées au contexte de fouilles préventives. C'est pourquoi, les débits de dose ont été évalués à partir des données radiométriques quantifiées sur les échantillons de sédiment prélevés pour l'OSL, situés au plus proche en stratigraphie des pièces datées. Dans ce cas, l'homogénéité spatiale de la distribution des radioéléments contenus dans les sédiments environnants les roches datées constitue un argument pour que les débits de dose gamma calculés à partir des teneurs en K, U, Th soient utilisés dans le calcul des âges TL.

Tableau 2 - tableau récapitulatif des données intervenant dans le calcul des âges TL des échantillons de roches chauffées de Duclos et Romentères. Les coefficients d'efficacité des particules alpha (S-alpha, exprimés en μGy pour 103 alpha/cm^2) ont été déterminés expérimentalement. Les âges sont exprimés en kilo années et leur incertitude est donnée à 1 sigma.

site	un. strat.	échantillon	nature	débit de dose ($\mu\text{Gy a}^{-1}$)										Total	paléodose (Gy)	Age (ka)
				interne					externe							
				K (‰)	U (ppm)	Th (ppm)	S-alpha	alpha	beta	cos. m.	beta	gamma				
Duclos	BT1	BDX12762	quartzite	0.06 ± 0.02	1.97 ± 0.05	7.25 ± 0.2	5	301 ± 64	66 ± 1	213	65 ± 3	856 ± 7	1501 ± 64	254 ± 19	169 ± 19	
	BT1	BDX14687	silex	0.05 ± 0.02	0.91 ± 0.05	0.43 ± 0.2	12.1	186 ± 28	18 ± 1	204	0	873 ± 7	1282 ± 29	316 ± 26	246 ± 22	
Romentères	BT2	BDX14684	silex	0.02 ± 0.02	0.10 ± 0.05	0.18 ± 0.2	11.5	27 ± 13	4 ± 1	186	0	932 ± 7	1148 ± 15	340 ± 18	296 ± 22	
	BT2	BDX13225	quartzite	0.17 ± 0.02	1.04 ± 0.05	3.36 ± 0.2	4.4	131 ± 7	38 ± 1	209	0	942 ± 6	1320 ± 10	228 ± 6	172 ± 9	

4 - Bilan chronostratigraphique

- 26 Les datations obtenues par OSL et TT-OSL sur le quartz sédimentaire permettent de préciser la chronostratigraphie des séquences de Duclos et de Romentères et de les comparer (fig. 7). Pour les « Limons supérieurs », les âges sont compris entre 2.2 ± 0.1 ka et 98 ± 7 ka à Romentères, et entre 13 ± 1 ka et 45 ± 3 ka à Duclos. L'âge le plus récent (2 ka)

obtenu pour l'échantillon de l'horizon E de Romentères est interprété comme le produit du remaniement des loëss à une période récente de l'Holocène. Les loëss « primaires » (non mélangés à des graviers apportés par colluvionnement) ont fourni un âge de 26 ± 2 ka à Romentères et de 13 ± 1 ka à Duclos ; ils sont donc contemporains du MIS 2 (Pléniglaciaire supérieur). Ces âges sont de fait similaires aux données chronologiques connues pour le nord de la France (Antoine *et al.* 2003b). Les colluvions limoneuses à graviers sous-jacentes ont fait l'objet de quatre datations à Romentères, donnant des âges contemporains du MIS 3 et de la deuxième moitié du MIS 5. À Duclos, deux datations pour ces colluvions ont permis de les attribuer au MIS 3 (Pléniglaciaire moyen). Ces résultats indiquent donc que cette unité couvre tout le dernier cycle climatique. Les datations obtenues montrent aussi que la formation de l'horizon paléoargilique IIBT est encadrée par des âges à ~ 45 ka et ~ 189 ka à Duclos, et ~ 94 ka et ~ 168 ka à Romentères, renforçant l'hypothèse d'un âge Eémien pour ce paléosol.

- 27 Les âges obtenus pour les échantillons prélevés dans les unités sous-jacentes s'accordent plus difficilement avec les hypothèses formulées à partir de critères stratigraphiques. À Duclos, la formation de l'horizon IIBTg est encadrée par quatre résultats : trois proviennent des « Limons moyens » qui surmontent le paléosol (189 ± 13 ka, 235 ± 17 ka et 274 ± 18 ka) et une provient des « Limons inférieurs » affectés par le paléosol (255 ± 18 ka). L'attribution à un interglaciaire intra-Saalien (MIS 7) du paléosol est compatible avec l'âge obtenu pour les « Limons inférieurs » (255 ± 18 ka) et l'âge le plus récent obtenu pour les « Limons moyens » (189 ± 13 ka), mais incompatible avec les deux autres résultats (235 ± 17 ka et 274 ± 18 ka). À Romentères, les « Limons moyens » ont livré des âges compris entre 168 ± 12 ka et 317 ± 23 ka, suggérant une mise en place au cours de deux cycles climatiques. À Duclos, une chronologie longue s'étalant aussi sur deux cycles climatiques est suggérée par les datations obtenues pour les Limons inférieurs (255 ± 18 à 348 ± 22 ka), ce qui est en contradiction avec les interprétations géologiques. Les raisons de ces désaccords n'ont pour l'instant pu être comprises.
- 28 La mise en parallèle des datations OSL et TT-OSL avec celles obtenues par TL apporte, malgré le faible nombre d'échantillons chauffés, un éclairage sur l'histoire taphonomique des ensembles lithiques de chacun des gisements. À Duclos, l'industrie se trouve principalement dans des dépôts datés du dernier cycle (MIS 5 à 3) et pour partie, dans des niveaux attribués à la limite MIS 7-6. L'unique échantillon daté par TL provient des Limons supérieurs et a livré un âge de 169 ± 19 ka (MIS 6), soit plus ancien que celui de son sédiment encaissant (MIS 3), ce qui confirme qu'une partie de l'industrie se trouve en position géologique secondaire. On peut alors émettre l'hypothèse que les vestiges proviennent d'un seul et même ensemble, témoignant d'une occupation contemporaine du MIS 6 ou, au plus, de la limite MIS 7-6. Selon cette hypothèse, les pièces provenant des Limons moyens seraient ainsi géologiquement en place.
- 29 Par comparaison, à Romentères, la situation est inverse. La série principale se situe dans des colluvions limoneuses (Limons moyens) d'âge compris entre les MIS 7 et 6 et une partie de l'assemblage, plus faible en nombre, dans des sédiments datés du MIS 5 (Limons supérieurs). Bien qu'une des datations TL s'accorde parfaitement avec l'âge du sédiment qui lui est associé (MIS 6), les deux autres résultats obtenus sur des silex chauffés semblent indiquer la présence de pièces plus anciennes au sein de l'assemblage ; ces pièces correspondraient ainsi à une ou plusieurs occupations

la région. Si l'attribution au MIS 6 du Paléolithique moyen ancien à rares bifaces de Romentères s'inscrit dans une sphère chronologique attestée pour ce type d'industries dans la partie nord du bassin aquitain (p.ex. Brenet *et al.* 2008), les datations obtenues pour l'Acheuléen de faciès ibérique (ou Acheuléen pyrénéo garonnais) restent inédites. Ce dernier a longtemps été considéré comme strictement antérieur aux manifestations du Paléolithique moyen dans cette région. Néanmoins, l'attribution au début du MIS 6 de l'industrie de Duclos et potentiellement au MIS 8-9 pour la série acheuléenne de Romentères tend à contredire cette hypothèse et à envisager une longue contemporanéité de ces différents technocomplexes sur un même territoire. Cette perspective nouvelle mène à envisager leur relation sous l'angle de traditions techniques et/ou d'échanges.

Ces recherches ont été effectuées dans le cadre d'un travail de thèse de doctorat financé par la région Aquitaine. Nous tenons à remercier Guillaume Guérin pour avoir effectué des simulations numériques pour l'échantillon daté par TL de Duclos.

BIBLIOGRAPHIE

- AITKEN M.J. 1985 - *Thermoluminescence dating*. Academic Press, London, 359 p.
- ADAMIEC G., AITKEN M.J. 1998 - Dose-rate conversion factor : update. *Ancient TL*, 16, p. 37-50.
- ANTOINE P., AUGUSTE P., BAHAIN J.-J., COUDRET P., DEPAEPE P., FAGNART J.-P., FALGUÈRES C., FONTUGNE M., FRECHEN M., HATTE C., LAMOTTE A., LAURENT M., LIMONDIN-LOZOUET N., LOCHT J.-L., MERCIER N., MOIGNE A.-M., MUNAUT A.-V., PONEL P., ROUSSEAU D.-D. 2003a - Paléoenvironnements pléistocènes et peuplements paléolithiques dans le bassin de la Somme (nord de la France). *Bulletin de la Société préhistorique française*, 100, 1, p. 5-28.
- ANTOINE P., CATT J., LAUTRIDOU J.P. ET SOMMÉ J. 2003b - The loess and coversands of northern France and southern England. *Journal of Quaternary Science*, 18, 3-4, p. 309-318.
- ANTOINE P., BAHAIN J.-J., AUGUSTE P., FAGNART J.-P., LIMONDIN-LOZOUET, LOCHT J.-L. 2011 - Quaternaire et Préhistoire dans la vallée de la Somme : 150 ans d'histoire commune. In : Hurel A. et Coyer (eds.). Dans l'épaisseur du temps. Archéologues et géologues inventent la préhistoire Publications scientifiques du Muséum, p. 341-381.
- ANTOINE P., LIMONDIN-LOZOUET N., CHAUSSÉ C., LAUTRIDOU J.-P., PASTRE J.-F., AUGUSTE P., BAHAIN J.-J., FALGUÈRES C., GALHEB B. 2007 - Pleistocene fluvial terraces from northern France (Seine, Yonne, Somme) : synthesis, and new results from interglacial deposits. *Quaternary Sciences Reviews*, 26, p. 2701-2723.
- BERTRAN P., ALLENET G., GÉ T., NAUGHTON F., POIRIER P., SANCHEZ GO—I M.F. 2009 - Coversand and Pleistocene palaeosols in the Landes region, southwestern France. *Journal of Quaternary Science*, 24, p. 259-269.
- BERTRAN P., BATEMAN M.D., HERNANDEZ M., MERCIER N., MILLET D., SITZIA L., TASTET J.-P. 2011 - Inland aeolian deposits of south-west France : facies, stratigraphy and chronology. *Journal of Quaternary Science Review*, 26 (4), p. 374-388.

BORDES F. 1971 - Observations sur l'Acheuléen des grottes en Dordogne, *Munibe*, Año XXIII (1), p. 5-23.

BOURGUIGNON L., DJEMA H., BERTRAN P., LAHAYE C., GUIBERT P. 2008 - Le gisement Saalien de Petit Bost (Neuville, Dordogne) à l'origine du Moustérien d'Aquitaine ? In J. Jaubert, J.-G. Bordes et I. Ortega (dir.), Les sociétés du Paléolithique dans un grand Sud-Ouest de la France : nouveaux gisements, nouveaux résultats, nouvelles méthodes, *Mémoire de la Société Préhistorique Française*, 47, p. 41-55.

BRENET M. 2011 - *Variabilité et signification des productions lithiques au Paléolithique moyen ancien. L'exemple de trois gisements de plein-air du Bergeracois (Dordogne, France)*, Thèse de doctorat non publiée, Université Bordeaux 1.

BRENET M., FOLGADO M., LENOBLE A., BERTRAN P., VIEILLEVIGNE E., GUIBERT P. 2008 - Interprétation de la variabilité technologique de deux industries du Paléolithique moyen ancien du Bergeracois : Cantalouette 1 et Combe Brune 3 (Creysse, Dordogne). Contexte géoarchéologique et chronologique, analyse techno-économique. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, Mémoire XLVII, p. 57-81.

BRENNAN B.J., LYONS R.G., PHILIPPS S.W. 1991 - Attenuation of alpha particle track dose for spherical grains. *Nuclear Tracks and Radiation Measurements*, 18, p. 249-253.

COLONGE D. 2005 - Nouvelles données sur l'Acheuléen du piémont des Pyrénées centrales septentrionales : la moyenne vallée de l'Arros et le site de Lanne-Darré à Uglas, Hautes Pyrénées. In : J. Maroto, S. Ramio, E. Ripoll (dir.), IIe Congrès International Història dels dels Pireneus, 11-14 Novembre 1998, *Præhistoria Pyrenaica*. Centre Associat de la UNED Girona, p. 41-72.

COLONGE D., MOURRE V. 2009 - Quartzite et quartzites, aspects pétrographiques, économiques et technologiques des matériaux majoritaires du Paléolithique ancien et moyen du Sud-Ouest de la France, in S. Grimaldi et S. Cura dir. « Technological analysis on quartzite exploitation - Analyse technologique de l'exploitation du quartzite », session WS15, XVIème Congrès de l'UISPP - Lisbonne, septembre 2006. Oxford, BAR International Series 1998, p. 3-12.

COLONGE D., TEXIER J.-P. 2005 - Le gisement acheuléen de Lanne-Darré (Uglas, Hautes-Pyrénées) et perspectives régionales dans le Sud-Ouest de l'Europe. In : MOLINES N., MONCEL M.-H., MONNIER J.-L. (Éds.) *Données récentes sur les modalités de peuplement et sur le cadre chronostratigraphique, géologique et paléogéographique des industries du Paléolithique inférieur et moyen en Europe*. Actes du Colloque International de Rennes, 22-25 septembre 2003. Oxford, BAR International Series, 1364, p. 203-214

COLONGE D. dir. - en cours - A65, Auriac, Duclos (Pyrénées-Atlantiques). Rapport Final d'Opération de fouille préventive, INRAP Grand Sud Ouest, pp. , ill.

COLONGE D., HERNANDEZ M., LELOUVIER L.-A., MERCIER N., MOURRE V. - sous presse - Paléolithique ancien et Paléolithique moyen ancien dans le piémont pyrénéen occidental : relations entre chaînes opératoires, continuités et ruptures. in actes du XXVIIè congrès de la SPF, pp. , ill.

COLONGE D., JARRY M., DELFOUR G., FONDEVILLE C., ARNOUX T., BERTHET A.-L. 2010 - De la transition paléolithique inférieur-moyen dans la vallée de la Garonne : l'Acheuléen supérieur de Raspe 2 (Blagnac, Haute-Garonne). *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 107, fasc. n° 2, p. 205-225

CREMASCHI M. 1987- *Paleosols and vetusols in the central Po plain (northern Italy). A study in quaternary geology and soil development*. Unicopli, Milan, 301 p.

- DUCHAUFOR P. 1983 - *Pédologie*. Masson, Paris, 491 p.
- GALBRAITH R.F., ROBERTS R.G., LASLETT G.M., YOSHIDA H., OLLEY J.M. 1999 - Optical dating of the single and multiple grains of quartz from Jinmium Rock Shelter, northern Australia : part I, experimental design and statistical models. *Archaeometry*, 41, p. 339-364.
- GUÉRIN G. 2011 - *Modélisation et simulations numériques des effets dosimétriques dans les sédiments quaternaires : application aux méthodes de datation par luminescence*. Thèse de doctorat non publiée, Université Bordeaux 3.
- HERNANDEZ M. 2011 - *Cadre chronologique des peuplements humains et des paléoenvironnements dans le Sud-Ouest de la France. Apport des datations par luminescence stimulée optiquement*, thèse de doctorat non publiée, Université Bordeaux 3.
- HERNANDEZ M., MAUZ B., MERCIER N., SHEN Z. 2012 - Evaluating the efficiency of TT-OSL SAR protocols. *Radiation Measurements*, 47, p. 669-673.
- JARRY M. 2010 - Les groupes humains du Pléistocène moyen et supérieur en Midi toulousain : contextes, ressources et comportements entre Massif Central et Pyrénées, thèse de doctorat non publiée, Université de Toulouse II - Le Mirail.
- JARRY M., COLONGE D., LELOUVIER L.-A., MOURRE V. 2007 - Les Bosses (Lamagdelaine, Lot, France) : un gisement paléolithique moyen antérieur à l'avant-dernier interglaciaire sur la moyenne terrasse du Lot. *Société Préhistorique Française, Travaux*, N° 7, 159 p.
- JAUBERT J., SERVELLE Ch. 1996 - L'Acheuléen du Bassin de la Garonne. Etat de la question et implications. In : A. Truffeau (dir.), L'Acheuléen dans l'Ouest de l'Europe. Colloque international de Saint-Riquier, 6-10 juin 1989, CERP 4, Université des Sciences et Technologies de Lille, p. 77-108.
- LELOUVIER L.-A., BERTRAN P., CHALARD P., CLAUD E., COLONGE D., HERNANDEZ M., MERCIER N., NORMAND - en cours - (Le Vignau, Landes) Romentères, un site paléolithique ancien et moyen ancien sur les hautes terrasses de l'Adour, Rapport Final d'Opération, Inrap Grand-Sud-Ouest, ill.
- LISIECKI L.E. et RAYMO M.E. 2005 - A Pliocene-Pleistocene stack of 57 globally distributed benthic $\delta^{18}\text{O}$ records. *Paleoceanography*, 20, p. 1-17.
- MEJDHAL V. 1979 - Thermoluminescence dating : beta-dose attenuation in quartz grains. *Archaeometry*, 21, p. 61-72.
- MOURRE V., COLONGE D. 2007 - Et si l'Acheuléen méridional n'était pas là où on l'attendait ? In : Un siècle de construction du discours scientifique en Préhistoire, Avignon 21-25 sept. 2004, Congrès du Centenaire de la SPF (3), p. 68-78.
- MURRAY A.S., WINTLE A.G. 2000 - Luminescence dating of quartz using an improved single-aliquot regenerative-dose protocol. *Radiation Measurements*, 32, p. 57-73.
- PRESCOTT J.R., HUTTON J.T. 1994 - Cosmic ray contributions to dose rates for luminescence and ESR dating : Large depths and long-term time variations. *Radiation Measurements*, 23, p. 497-500.
- TIXIER J. 1956 - Le hachereau dans l'Acheuléen nord-africain - Notes typologiques. *Congrès Préhistorique de France - Compte rendu de la XV^e session - Poitiers-Angoulême*, 15 au 22 juillet 1956, p. 914-923.
- TRIBOLO C., MERCIER N., VALLADAS H. 2001 - Alpha sensitivity determination in quartzite using an OSL single aliquot procedure. *Ancient TL*, 19, p. 47-50.

TURQ A., BRENET M., COLONGE D., JARRY M., LELOUVIER L.-A., O'FARELL M., JAUBERT J. 2010 - The first human occupations in southwestern France : A revised summary twenty years after the Abbeville/Saint Riquier colloquium. *Quaternary international*, 223-224, p. 383-398.

VAN VLIET-LANOË B. 1985 - Frost effects in soils. In : J. Boardman (ed.) *Soils and Quaternary Landscape Evolution*. Wiley, p. 117-158.

VAN VLIET-LANOË B., LANGHOR R., 1981 - Correlation between fragipan and permafrost with special reference to Weichsel silty deposits in Belgium and northern France. *Catena*, 8, p. 137-154.

VILLA P., 1981. Matières premières et provinces culturelles dans l'Acheuléen français. *Quaternaria*, 23, p. 19-35.

WANG X.L., WINTLE A.G., LU Y.C. 2006 - Thermally transferred luminescence in fine-grained quartz from Chinese loess : basic observations. *Radiation Measurements*, 41, p. 649-658.

RÉSUMÉS

Les récents travaux d'aménagement de l'autoroute A65 ont offert l'opportunité d'enrichir le corpus de sites de plein air du Paléolithique ancien et moyen connus pour le sud du bassin aquitain. C'est dans ce cadre que les sites de Duclos (Auriac, Pyrénées-Orientales) et Romentères (Le Vignau, Landes) ont été découverts. Ils ont livré un abondant matériel lithique rattaché à un Acheuléen de faciès ibérique pour le premier et, principalement, à une industrie caractéristique du Paléolithique moyen ancien pour le second. Les niveaux archéologiques sont interstratifiés dans des séquences comprenant plusieurs générations de limons éoliens et de colluvions, séparées par des paléosols lessivés de rang interglaciaire. Rarement le contexte pédostratigraphique de ce type de gisement n'a été aussi favorable à l'élaboration d'un cadre chronostratigraphique fiable dans cette région. Afin d'atteindre cet objectif, une étude combinant plusieurs méthodes de datation par luminescence a été engagée pour compléter les données géomorphologiques. Pour ce faire, les méthodes de la luminescence stimulée optiquement (OSL) et de l'OSL thermiquement transférée (TT-OSL) ont été employées pour la datation des quartz sédimentaires permettant ainsi d'accéder à l'âge des dépôts échantillonnés. En parallèle, la méthode de la thermoluminescence a été appliquée à des échantillons de silex et quartzites afin de déterminer le temps écoulé depuis leur dernière chauffe. À la lumière des données géomorphologiques, les résultats obtenus ont permis de dresser un bilan chronostratigraphique des séquences et de situer l'Acheuléen pyrénéo-garonnais de Duclos à la limite des stades isotopiques 7 et 6 (MIS 7-6). Les occupations humaines de Romentères sont rapportées au MIS 6 pour la série la plus récente (Paléolithique moyen ancien) et aux MIS 9 et 8 pour les plus anciennes.

The recent development work of the A65 highway offered the opportunity to enrich the corpus of Palaeolithic open-air sites of south Aquitain basin. The sites of Duclos (Auriac, Pyrénées-Orientales) and Romentères (Le Vignau, Landes), discovered in this context, have delivered an abundant lithic material attributed to an Acheulean of Iberian type for the first and, essentially, to an Early Middle Palaeolithic for the second. The interstratified archaeological levels are contained in sequences composed of several generation of aeolian loams and colluviums which are separated by interglacial paleosols. The pedostratigraphical context of these two sites has provided a rare opportunity for the establishment of a reliable chronostratigraphical framework in this area. To achieve this objective, a study combining several methods of luminescence dating was conducted to complete the geomorphological data. In this prospect, luminescence dating methods (OSL and thermally transferred OSL) were applied to determine the ages of sedimentary

quartz depositions. In parallel, burnt flints and quartzites were dated by thermoluminescence. In the light of geomorphological data, the dating results obtained allow to establish a chronological framework for the sequences. The Acheulean industry of Duclos is attributed to the limit of isotopic stages 7 and 6 while the human occupations of Romentères refer to MIS 6 for the latest serie (Early Middle Palaeolithic) and to the MIS 9 and 8 for the earliest.

INDEX

Keywords : Acheulean, Early Middle Palaeolithic, Pyrenees-Garonne region, Middle Pleistocene, chronostratigraphical framework, luminescence dating

Mots-clés : Acheuléen pyrénéo-garonnais, Paléolithique moyen ancien, Pléistocène moyen, cadre chronostratigraphique, datation par luminescence

AUTEURS

MARION HERNANDEZ

Université Bordeaux 3, IRAMAT-CRP2A, UMR 5060, Maison de l'Archéologie, Esplanade des Antilles, 33607 Pessac cedex, France - marion.hernandez@u-bordeaux3.fr

NORBERT MERCIER

Université Bordeaux 3, IRAMAT-CRP2A, UMR 5060, Maison de l'Archéologie, Esplanade des Antilles, 33607 Pessac cedex, France - norbert.mercier@u-bordeaux3.fr

PASCAL BERTRAN

Inrap, 156 avenue Jean Jaurès, 33600 Pessac, France et Université Bordeaux 1, PACEA, UMR 5199, bâtiment B18, 33405 Talence cedex, France - pascal.bertran@inrap.fr

DAVID COLONGE

Inrap, ZI Les Pinsons, 13 rue du Négoc, 31650 Saint-Orens de Gameville, France et Université Toulouse II, Le Mirail - TRACES, UMR 5608, Maison de la recherche, 5 allée Antonio Machado, 31058 Toulouse cedex 9, France - david.colonge@wanadoo.fr

LAURE AMÉLIE LELOUVIER

Inrap, ZI Les Pinsons, 13 rue du Négoc, 31650 Saint-Orens de Gameville, France et Université Toulouse II, Le Mirail - TRACES, UMR 5608, Maison de la recherche, 5 allée Antonio Machado, 31058 Toulouse cedex 9, France - laure-amelie.lelouvier@inrap.fr